

# 精工舎に於けるマイクロコンピュータ応用の経緯と 今後の展望

(株)精工舎 事務機事業部 田渕紀雄

## 1. マイコン採用の動機

### 1.1 我々に於けるエレクトロニクス技術の誕生

周知の如く、セイコーグループは精密機械、時計の生産、販売を専業とする企業集団であり、その中で精工舎はクロックの生産を主業務としてきた。

1964年の東京オリンピックでセイコーグループは全時計システムの提供を行い、その中で、小型水晶時計、プリンティングタイマ、自動時計システムなどの開発を行った。

オリンピック終了後、グループ内の各企業は蓄積したエレクトロニクス技術の活用を検討し、精工舎は事務機分野に進出することになった。

プログラム電卓、プリンタ電卓がテーマ商品に挙げられた。プログラム電卓は先行メーカーとして、オリベッティ社のP-101が唯一の商品であった。プリンタ電卓は市場になく、シャープ、キャノン両社のディスプレイ電卓が市場に出ている。

3年間の開発期間を経て、1968年にプログラム電卓S300を発売し、引き続き1970年にプリンタ電卓S100を市場に出した。S100はインテシル社のカスタムLSIを内蔵したものであった。

### 1.2 マイコンとの出合

我々がS300を発売した翌年、米国のWANG社(WANG700)とHP社(HP9100)がプログラム電卓分野に参入し、競争上より高性能な後継機の開発が必要となった。

プログラム電卓は、制御装置、記憶装置、入出力装置を卓上の筐体の中に内蔵しなくてはならず、特に制御装置はコンパクトにまとめる必要がある。

後継機の制御装置をハードワイヤード論理で試作した結果、約TTL1000パッケージを要し、LSI化の検討を余儀なくされた。

我々は当時既にインテシル社とS100用カスタムLSIの共同開発に着手していたが、プログラム電卓は一般電卓に比べてロットサイズが小さく、カスタムデザインを採用するわけにはいかなかった。

一方、米国の半導体メーカーはカスタムLSIと共に、標準LSIの開発を始め、1969年NS社からMOS ROMが、1970年、INTEL社からMOS RAMが発売された。また、FAIRCHILD、NSなどで電卓用標準LSIセット(マイクロプログラム方式を採用)が発売され、我々もFC、NS、INTEL、MOSTEK(設立準備中)を訪問し、各社の方式の比較検討を行った。その結果インテル社の方式が最も汎用性に富み、プログラム電卓の要求(メモリ、周辺装置の拡張性)に適合していると判断され、1970年夏にインテル社のマイクロコンピュータV(4005)を選定し、詳細検討に入った。

しかしインテル社は設立後日も域々、企業として安定していなかったため、資金計画から4005を放棄したい旨連絡をうけ、代わりにADVANCE PAYMENTを条件に8ビットの1201(後の8008)の開発を提案してきた。

我々もこの提案を受け入れ、1970年11月から1201の詳細検討を開始した。

## 2. 応用の経緯

### 2.1 第1世代(マイコンの採用)

1971年に入ってからすぐ、1201(8008)の最終仕様を決定し、LSIの開発とデスクトップコンピュータS500の開発を併行して開始した。

翌72年3月に8008が完成したが、クロックが500kHzまでしか動作せず、止むを得ず、S500を発売し、引き続きマスクの改良を行って、同年5月に1MHzのものを得られ、開発を終了した。

S500の概略仕様、ブロック図を表1、図1に、S500の開発フローチャートを図2に示す。

#### 基本構成

処理データ	仮数16桁、指数2桁の浮動小数点数
処理モード	RUN 実行モード LEARN プログラムのロードモード CHECK プログラムおよび磁気カードのチェックモード PRGM プログラムの修正モード MDFY RECORD 磁気カードへのレコーディングモード
処理命令	N20, N40 47命令 N30 32命令
処理速度	加減算 18mS 乗算 23mS 除算 25mS データ転送 16mS
主記憶装置	N20 データレジスタ40語 プログラム447ステップ N30, N40 データレジスタ91語 プログラム959ステップ
入出力装置	キーボード ニキシー管ディスプレイ プリンタ(機械式)
補助記憶装置	磁気カードリーダー
オプション	
I/Oコントローラ	タイプライタ 1台 カセットテープデッキ 2台 デジタル機器 1台 PTR, TP

表1. S500概略仕様

開発要員としてH/W5名、S/W4名を要した。開発費はすべてに亘って初めての試みであり、人件費を除いて¥100M強を要した。

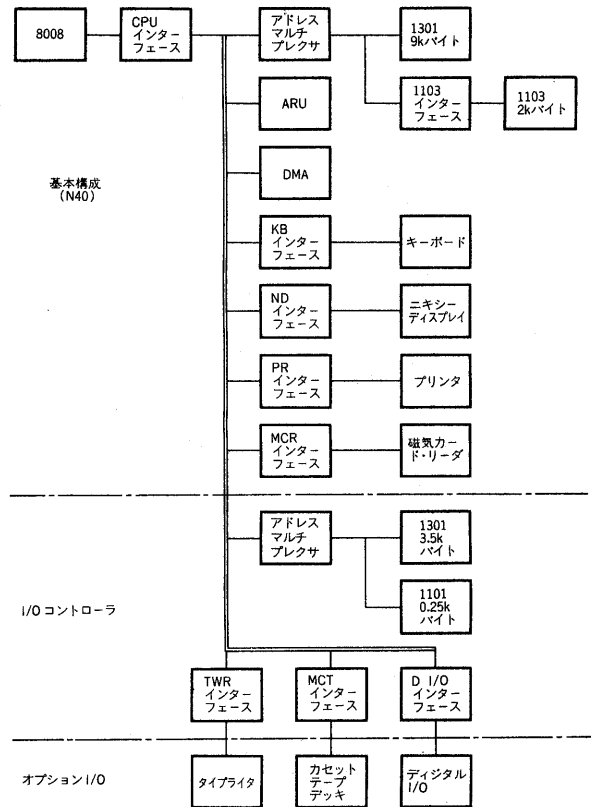


図1. S500ブロック図

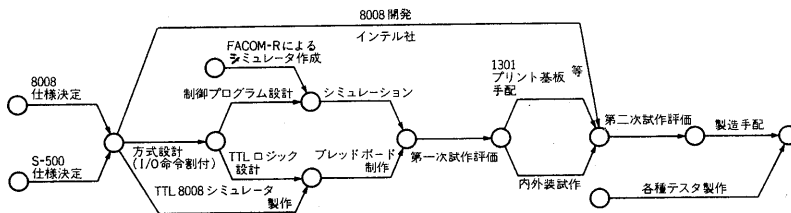


図2. S500開発フローチャート

## 2.2 第2世代(マイコンの改良)

8008はインテル社にとっても弊社にとっても初めての経験であり、いくつかの問題点を残した。

LSIの問題点は処理速度、メモリアドレス、I/O命令数、計測機能の不足であり、開発技法の問題点はミニコンによるフロッピーシミュレータに過度にたよりすぎたことであり、セルフシミュレータの必要性を痛感した。

インテル社も8008の完成後、8008がない分野で応用されるためには、いくつかの問題点があり、中でも処理速度の向上が最も重要であると考へたようである。MPの処理速度を向上させるには半導体技術とアーキテクチャの両面から検討する必要があり、Nチャンネルシリコンゲート技術の確立をまけて、1972年9月から8080の開発を開始した。

1973年に入って、弊社も開発サポートに加わり、同年12月に8080のエンジニアリングサンプルが完成した。

精工舎では、S500の場合と同様に、インテル社の開発活動と併行してパーソナルコンピュータSEIKO7000の開発を進め、1974年2月に完成した。SEIKO7000の概略仕様、ブロック図を表2、図3に開発フローチャートを図4に示す。

開発ツールとして、セルフシミュレータの他に、MELCOM7070アセンブラシステムを併用した。

開発要員としてH/W, S/W各5名を要し、人件費を除く開発費は¥70M強であった。

### 基本構成

処理データ	複数12桁、指数2桁の浮動小数点数
処理モード	RUN 実行モード LEARN プログラムのロードおよび修正モード CHECK プログラムおよび磁気カードのチェックモード RECORD 磁気カードへのレコーディングモード
処理命令	基本 54 増設 ベリフェラル制御命令
処理速度	加減算 2.5mS 乗算 3.5mS 除算 4.5mS データ転送 2mS
主記憶装置	1kバイト データ 40語、プログラム 511ステップ 2kバイト データ 104語、プログラム 1023ステップ 4kバイト データ 232語、プログラム 2047ステップ 8kバイト { データ 232語、プログラム 6142ステップ データ 488語、プログラム 4095ステップ データ 744語、プログラム 2047ステップ
入出力装置	キーボード、ディスプレイ(ライセンス)、プリンタ(機械式)
補助記憶装置	磁気カードリーダー
オプション	
入出力装置	プロットングライタ、PTR、TP、ラインプリンタ、電子プリンタ、マークカードリーダー、電子ノートブック
補助記憶装置	カセットテープデッキ、磁気ディスク、フロッピーディスク
図形処理装置	プロッタ、デジタルサイザ
その他	デジタル機器

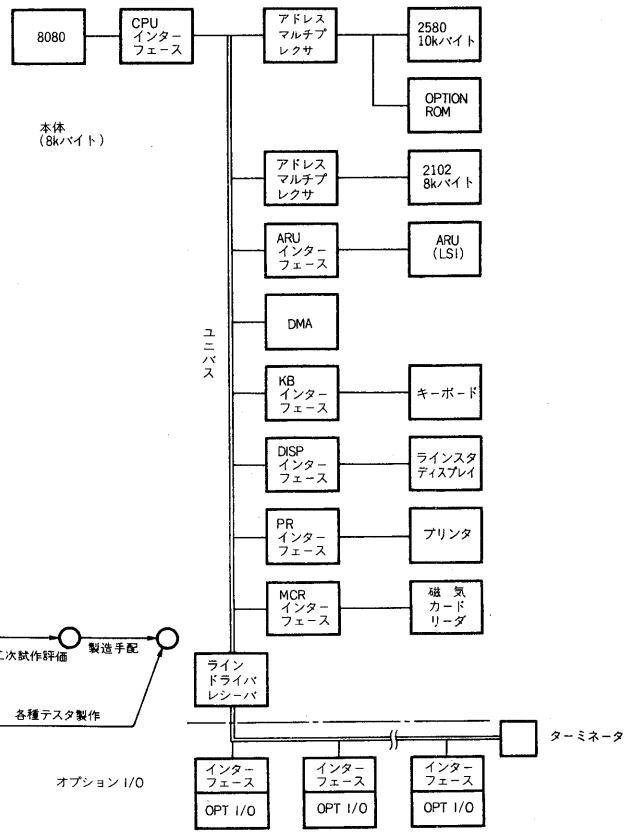


図3. SEIKO 7000のブロック図

表2. SEIKO 7000の概略仕様

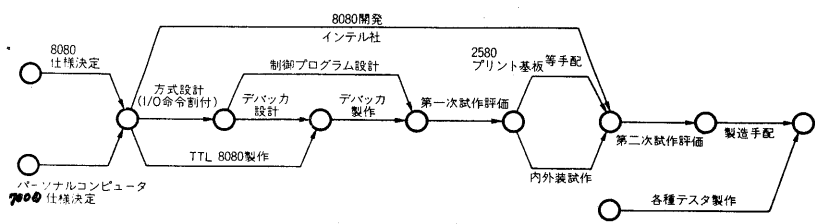


図4. SEIKO 7000の開発フローチャート

我社は1975年になって、SEIKO7000に引き続いて、下位機種SEIKO5500の開発を開始して、同年8月に完成した。

SEIKO5500の仕様はSEIKO7000の機能の中で、メモリ、周辺装置の拡張性を制限し、コストダウンを計ったもので、メモリはMAX.4KB、周辺装置はタイプライタとBCDインターフェースに限られている。

### 2.3 オ2.5世代(周辺LSIの採用)

インテル社は8080の開発に引き続いて、8080の周辺LSIを開発し、MCS80ファミリを発売した。またメモリも4KスタティックRAM、16KROM、16KEROMなど新しいチップが相次いで発売された。

我社としてはオ2世代でプログラム専卓としてはひとまず満足なものを得られたが、今年になってSEIKO5500の後継機として、SEIKO5700の開発を行い、9月に発売した。

SEIKO5700はH/Wの合理化と性能向上を目的としたもので、仕様及び構成は別添カタログに示す通りである。

使用部品はMCS80、ROM;2316、RAM T14044である。

開発技法はオ2世代と同様で、H/W5名、S/W3名で6ヶ月を要し、費用は¥20M強であった。

## 3. オ3世代の展望

### 3.1 パーソナルコンピュータの今後

最近までパーソナルコンピュータはプログラム専卓の最上位機種として、汎用コンピュータの代りに、主に設計業務に使用されてきた。この場合「パーソナル」という言葉はシステムエンジニアやプログラマでない一般のエンジニアが個人で使うことを意味するものであった。

しかし、マイコンの普及と急激なコストダウンでアマチュアを含む一般人が購入し、使用できる本来の意味でのパーソナルコンピュータが市場に出はじめている。

米口では1980年には500~1,000コンピュータが年間1,500万台生産されると予想されている。この種のもはキーボード、TV、オーディオカセットを標準装備し、プログラムの言語としてBASICを採用している。また、タイプライタやフロッピディスクなどの周辺装置の接続も可能である。

従来のパーソナルコンピュータと比較すると、処理速度、容量をシステムのパフォーマンスが若干見劣りするが、特に複雑でない業務には充分使用できるものである。

一方、マイコンのインパクトはより高度な分野にも影響を与え、現在のオフィスコンピュータがその対象になりつつある。

同じく米口では1980年に5,000~20,000で、小企業のセンタマシンでかつコンピュータネットワークのサテライトプロセッサとして機能するものが年間70万台程度生産されると予想されている。

この種の機械はキーボード、CRTディスプレイ、フロッピディスク、タイプライタによって構成され、必要に応じて各種周辺装置が接続できるものとをろう。制御装置はおそらくマイコン(またはマイクロプロセッサ)複合体が使用されるであらう。

従来からのパーソナルコンピュータはこれ等2種類の機種にサンドライクされて\$1,000~\$5,000の価格で販売されることになる。

### 3.2 ハードウェア (LSI化の徹底)

我社としては、3.1に対処すべく、オ3世代のハードウェアとして下記の部品にオ3 LSIファミリを準備し、LSI化の徹底を計っている。

MP	8085
MEMORY	64kROM, 16kEROM, 4kRAM, 64kCCD
PERIPHERAL LSI	SYS CONT, BUS YF, DMA, DAU, CMA, MMC YF, KBC, VDC, VPC, TWC, CTC, FDC, etc.

### 3.3 ソフトウェア (開発ツールの整備とMOS)

開発ツールとしては並列作業の可能なクロスアセンブラシステムとセルフシミュレータを開発している。

クロスアセンブラ	MELCOM 70 R-DOS マルチワークステーション
セルフシミュレータ	マルチICE

開発ツールの特徴は徹底したモジュール化により、ターゲットMPの変更に対して若干の変更で対応できるようにしていることである。

## 4. マイクロコンピュータの利点、問題点

### 4.1 利点

小型化	ハードワイヤード論理に比較して、LSI化により達成。
経済性	
標準化、汎用性	モジュール化により達成。
融通性	ソフトウェア化
信頼性	LSI化
保守性	モジュール化、診断プログラムにより達成。

### 4.2 問題点

開発初期投資の増加 開発ツール etc.

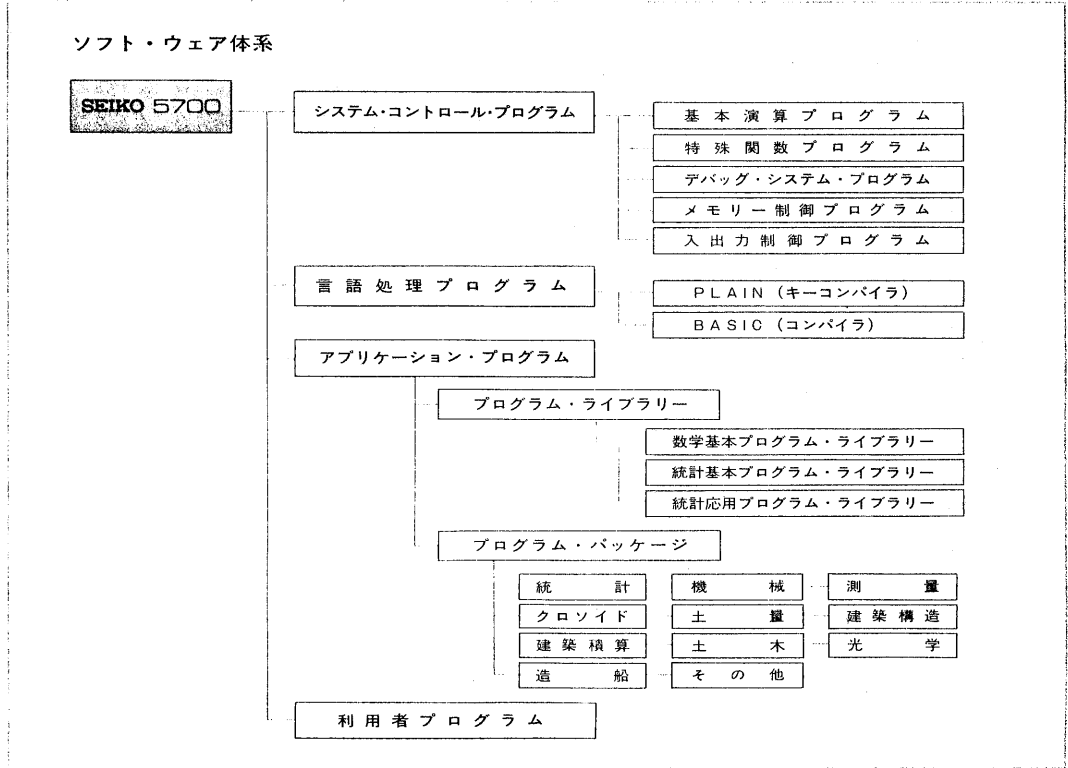
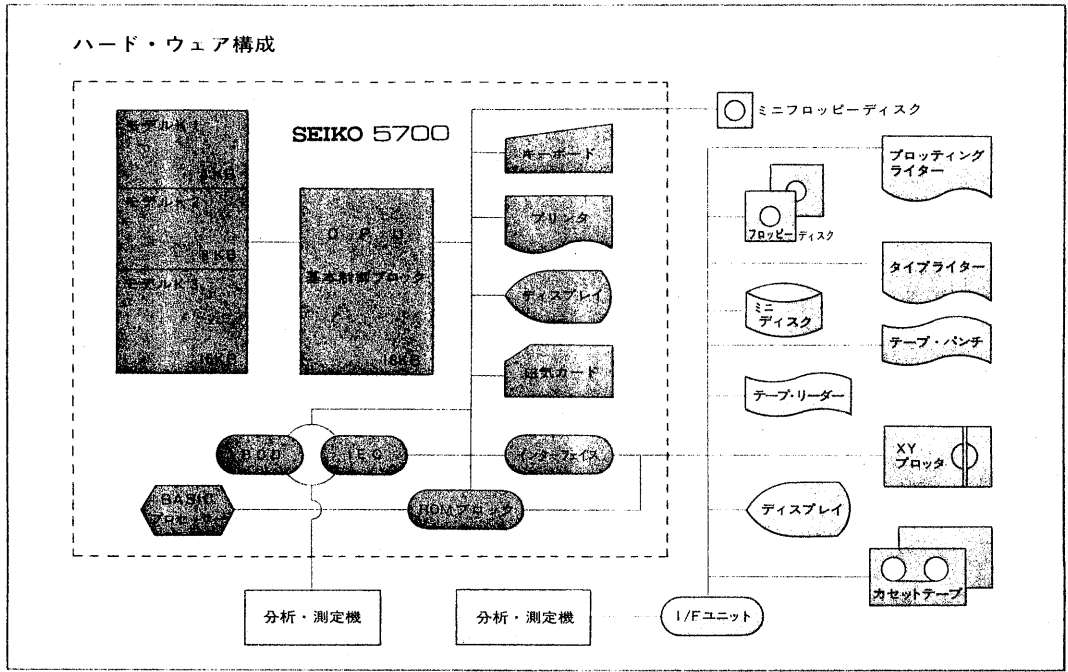
開発要員(主にソフト関係)の確保、教育。

小ロット製品の場合のコスト(主にソフトウェア)。

大ロット製品の場合のコスト(カスタムLSIとの比較、マイクロプログラマティックの論理集積度)。

MPをはじめとするLSIの陳腐化に起因する製品寿命の減少。

# SEIKO 5700 システム構成



# SEIKO 5700 仕様

制御プログラムメモリ	実装記憶 16KB (一部ユーザーエリアに使用)			
	P-M メモリ	ステップ	メモリ	ステップ
ユーザー	4 KB	2,047	328	1,023
エリア	8 KB	4,095	584	2,047
	16KB	8,191	1,096	4,095
構成	数値: 仮数部 13桁、指数部 2桁、符号 2桁 プログラム: 1 ステップ: 1 バイト			
基本演算機能	+, -, ×, ÷, 1/x, x <sup>2</sup> , √x,  x , π			
特殊関数機能	e <sup>x</sup> , ln x, a <sup>x</sup> , log x, arc, hyper, sin x, cos x, tan x, TO POLAR, TO RECT, TO DEG, TO RAD, 度↔度・分・秒			
分岐機能	無条件ジャンプ、ブラスジャンプ、ゼロジャンプ、 間接アドレスジャンプ、エラージャンプ			
拡張命令	周辺装置コントロール、プリタフオート、メモリ分割、メモリクリア 50命令以上			
サブルーチン	ネステイティング 15段階			
小数点方式	プログラムで任意に指定			
演算速度	加減算: 2.2mS 乗除算: 3.0mS			
キーボード	マシンコントロール、プログラムコントロール、置数キー 一、四則演算キー、特殊関数キー、英数字、カナ、記号			
	入力装置	40桁 数字・英字、カナ、記号 5×7ドットマトリックス 緑色表示 (3.55×5.05mm)		
プリンタ	40桁 数字・英字、カナ、記号 紙巾 127mm 5×7ドットマトリックス 振電式 2行/秒			
磁気カード	プログラム: 512ステップ/枚 読取・書込み 数値データ: 64語/枚			
入出力インターフェイス	I/Oバス、BCD、IEC インターフェイス内蔵			
大きさ、重量	450(W)×165(H)×600(D) 15kg			
消費電力	100V 140VA			

5754 ミニフロッピー ディスク装置	記憶容量: 280フロッピー (71.68KB)/枚 アクセスタイム: 平均 550mS 大きさ: 194(W)×108(H)×263(D) 重量 2.5kg
7010II, 7015II プロットインター フェイス	印字速度: 45字/秒、96字種、印字巾 132字 プロット動作: 90ドット/秒 X軸 792ドット 1/8インチ/ドット Y軸 ±499ドット 1/8インチ/ドット 大きさ: 560(W)×810(H)×570(D) 50.6kg 消費電力: 700VA
7055II フロッピー ディスク装置	2デッキ装備 IBMコンパチブル・ディスク使用 記憶容量: 256KB×2 読出速度: 読出し 平均295mS、書込み 460mS/256B 大きさ: 430(W)×315(H)×570(D) 35kg 消費電力: 270VA
5760 XY プロッター装置	作図範囲: 381×254mm(A3) 作図速度: 40~80mm/秒 ステッピング: 0.1mm 大きさ: 500(W)×480(H)×115(D) 20kg 消費電力: 100VA
7031 紙テープ さん孔装置	8単位テープ: JIS 7単位、8単位コード 他 パンチ速度: 50字/秒 大きさ: 436(W)×180(H)×425(D) 14kg 消費電力: 100VA
7035 紙テープ読取装置	8単位 光電式 速度: 400(50Hz)、480(60Hz)/秒 大きさ: 436(W)×180(H)×310(D) 14kg 消費電力: 110VA
7020 磁気カセット テープ装置	記憶密度: 800BPI 1トラック テープスピード 19cm/秒 大きさ: 420(W)×200(H)×400(D) 18.5kg 消費電力: 200VA
7070 キーボード ディスプレイ	表示: 数字、英字、カナ、記号 32文字×8行、88キー 大きさ: 490(W)×300(H)×450(D) 17kg 消費電力: 80VA
7050 ミニディスク装置	記憶容量: 256KB 平均アクセスタイム: 10mS 平均読出し速度 20mS 大きさ: 436(W)×250(H)×640(D) 43kg 消費電力: 400VA